●●●● 夏祭り気分のお遊び風アンプ ●●●●

5T31，3C22シングル・ステレオ・アンプを作る

藤井秀夫

●異種出力管によるステレオ・アンプ．左端にあるのはブロワー

夏祭りのシーズンですので，昨夏に続いて，まったくのお遊びアンプを作りたいと思います．よい音を期待して作るのは当り前にしても，球の新規入手が不可能で，読者どころか本人にも追製作がほぼ不可能という，実用的価値のない製作記になりそうです．

でもオーディオは趣味のものですから，こういう遊びを取り除いてしまうと，深みも広がりも失うでしょう．日本の盆の自分の部屋に，バッハやベートーヴェンやコルトレーンを呼びたければ，ごきげんにさせる新奇な楽しみも必要でしょう．もっとも，ただ想うだけでどんどん訪れてくれる怨念いっぱいで音楽好きの霊も，この列島にはごまんといると思いますけれど．

それでも技術雑誌に書く意義を強弁するとすれば，オーディオ用規格のわからない球（1つはプレート損失，ヒータ電圧さえわからない）を使ってでも，アンプを作って音を出せることを示すということでしょうか．また，電流出力型アンプを高内部抵抗の正ドライブ3極管で作る1例ともなりましょう．

1つは自然空冷式の直熱3極管5T31のシングル・アンプです．別名450THのとおり，プレート損失450Wの，それだけで寝室のランプとして使えそうな風貌のタマです．5000Vで動作させることになっているので，アマチュア無線家でさえ尻ごみする大型管ですが，これを1000V弱で出力10数Wのオーディオ管として使おうというのです．

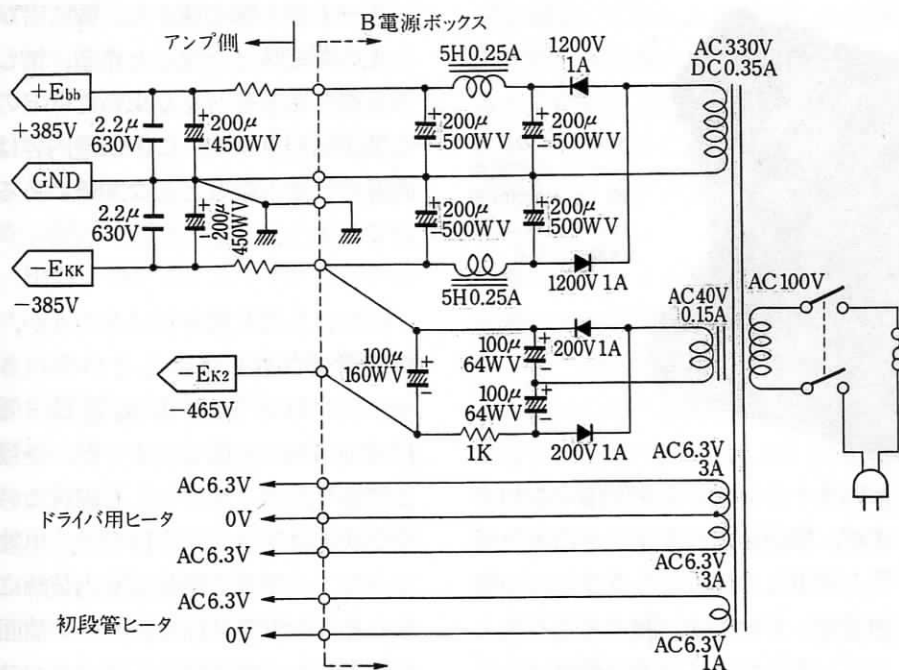
もう1つは推定プレート損失200Wの強制空冷式燈台管（ライトハウス管）です．こちらはただ風貌にほれ込んだだけでなく，極めて単純で原始的な構造が音によいのではないか，と期待したものです．

どちらもハイμの0バイアス管なので，グリッドを正に振るパワー・ドライブが必要です．このドライブ用に受信管の中では最強力の8417を投入した以外，回路はオーソドックスなものとなりました．ほとんどの精力と体力は電源製作に費し，とりわけ5T31のフィラメントに7.5V/12Aのリップルのない直流を供給したことが自慢です．

煌々とともるトリタン球も，円筒の窓からほのかな明かりのもれる燈台管も，夏の情緒いっぱいのアンプになりました．

1．直熱3極管5T31シングル・アンプ――球と高圧B電源，巨大A電源

(1) 5T31という球

4T17（100TH）という送信管がオーディオ界で知られているので，これを4倍に大きくしたタマといえば想像がつくでしょう．30年ほど前に放送局から定期交換品がかなり放出されたものらしく，アマチュア無線家には，所持しているがもてあましているという人が多いようです．たいへん頑丈に造られていますが，フィラメントを灯してまぶしいのを我慢して下からのぞき込むと，真空管の動作を一目瞭然に知ることができる単純な構造をしていて，美しい音を想い描くことができます．好都合なのは211や845用のソケット

〈第2図〉 ±400 V 近くの高圧を取り出す電源回路

私にとって，この点でも必須の手法です．

ただし，フィラメントや電解コンデンサの外皮に負の高圧が掛かるので，こちらへの十分な注意が求められます．また出力管カソードのラインにリプルや電源ノイズが乗っていると，それがそのまま出力段の入力信号となるので，十分な平滑とノイズ抑制が必要です．さらに平滑だけで除き切れない超低周波揺動への配慮も求められます．

第2図がB電源回路です．B電源ボックス内に組むぶんと，アンプ側に配する平滑回路を図示しています．電源ボックス内には，5 T 31 のフィラメント電源を除いて，ドライバなどのヒータ電源も備えるので，これらも表記しています．

以前の 6 G-B 8 PP アンプと同じく，むかし大型カラー・テレビから部品取りした大きな電源トランスを使いました．推定 DC 容量 0.35 A の AC 330 V 巻線と，AC 6.3 V 3 A の2つのヒータ用巻線，それにパイロット・ランプ用とおぼしき AC 6.3 V 巻線ひとつが備わっています．正規に購入するなら AC 350 V が望ましいところです．

AC 330 V を倍圧整流して，無負荷時 DC 460 V，全負荷時 400 V 弱の正負電源を得ます．正負ラインとも 5 H/0.25 A (これも推定) のチョーク・コイルでリプルを除き (ここまで電源ボックス内)，さらにアンプ側でも RC リプル・フィルタを縦続させて厳重に平滑します．電源ボックス内の平滑コンデンサには無負荷状態を想定して 500 V 耐圧のもの，アンプ側には 450 V 耐圧のものを使っています．負側の電解コンデンサのアルミ・ケースには負電圧がかかるので，絶縁皮覆されていないものは取付け金具部をビニール・テープで保護します．アンプ側にはさらに 2.2 μF (630 V) のフィルム・コンデンサを並列に入れました．

これだけ平滑フィルタをおごっても，カソード・ラインに超低周波揺動がかなり残ります．球に信号として入力されても出力トランスから外へは出ませんが，入力段階で切るのが最善です．それにはグラウンド基準の信号を送って来る前段(ドライバの前) とのカップリング時定数を控える配慮が必要です．

固定バイアス用の負電源 (カソード・ホロワ・ドライバのカソード電源でもある)のため，AC 40 V/0.15 A の小型トランスを追加し，倍圧整流で約 100 V の電源をつくって負ラインに重ねています．電流は高々40 mA ですが，電位が−500 V に達するので，太い線で配線します．

ドライバ用ヒータ電源も負の高圧電位に置かれるので，配線には十分に注意します．

⑷ フィラメント点火用の重装電源

5 T 31 のフィラメントは電圧が 7.5 V もあるので，ハム・バランサだけでハムを抑え切れません．直流点火することにします．

直流点火がアンプの音質を悪化するという評判はもっともなところがあります．数Aから 10 数Aもの電流をコンデンサ整流すれば，ダイオードがパルス・ノイズを放出するでしょうし，リプルが少量でも残れば高調波成分が 2〜3 次にとどまらず，交流点火の大きなハムより耳に不快を与える可能性があります．厳重な平滑を施こし，高周波ノイズにも留意しましょう．

5 T 31 のフィラメント電源だけ別のシャーシに組みました．AC 16 V/15 A (240 VA) の市販トランス (Center 製) の 10 V タップをブリッジ整流し，2段の RC リプル・フィルタを介して DC 7 V (定格 7.5 V より少なめ) 12 A の直流電流に変えます (正味の AC 10 V トランスならなおよいけれど，20 A の容量が要ります)．抵抗は 0.2 Ω/10 W の3本並列を4カ所，コンデンサは 10 万 μF (16 WV) を2個と5万 μF 1個を投入しました．**第3図**のとおりです．

これで残留リプルが 3 mV まで

位です．－400－100 V ライン（以下負負ラインと呼ぶ）から抵抗分圧による調整回路を通して供給します．ドライバのカソードを抵抗器を通じて負負ラインへ引っ張ります．ここの抵抗値によってドライバ管の無信号直流電流が決まります．この初期電流が小さいと，上下半サイクルごとの出力電流差が大きくなり，きつい非線形動作を迫られるので，16 mA 流してやりました．

ドライバ管のプレートをグラウンド（0 V ライン）につなぎます．8417 のヒータ線の一端はグラウンドにではなく，負電源ラインに落とすことを忘れないようにします．

なお，0 V ラインはシャーシに落として初めてグラウンドと呼べるわけですが，次項のバイアス調整を終えて完全に動作するまで（つまり裏から触る必要がなくなるまで），0 V ラインをシャーシから浮かせておくと，万一の接触事故に対して安全です．ただし信号を入れて特性試験に移る前に結ぶのを忘れると，奇怪なノイズに悩む破目になります．

(3)　増幅は 12 AX 7 の 1 段

出力管がハイ μ 管なので，増幅回路に求められる利得は存外小さく，50 倍あれば十分です．強力なパワー・ドライバを備えているので負荷も軽く，12 AX 7 の 1 段でこと足りるでしょう．この段は当然ながら，正電源だけを使う普通のグラウンド基準の増幅器です．ヒータも普通にグラウンドへアースします．

リプル・フィルタをたっぷり 2 段入れて，200 kΩ の高いプレート抵抗を与えても，2 mA のプレート電流を流せました．

すでに注意しましたが，次段以降が負電源ラインを基準に動作しているので，超低周波の連結が生じないよう，送りのカップリング・コンデンサを 0.02 μF と小さく採ります．これには 1000 V の耐圧が要ります．プレート負荷抵抗には，特別なオーディオ用のものを使う場合を別にして，1～2 W のカーボン皮膜抵抗器を勧めます．ヒータ巻線がもうひとつあれば，真空管抵抗も音質を清澄にする効果があります．

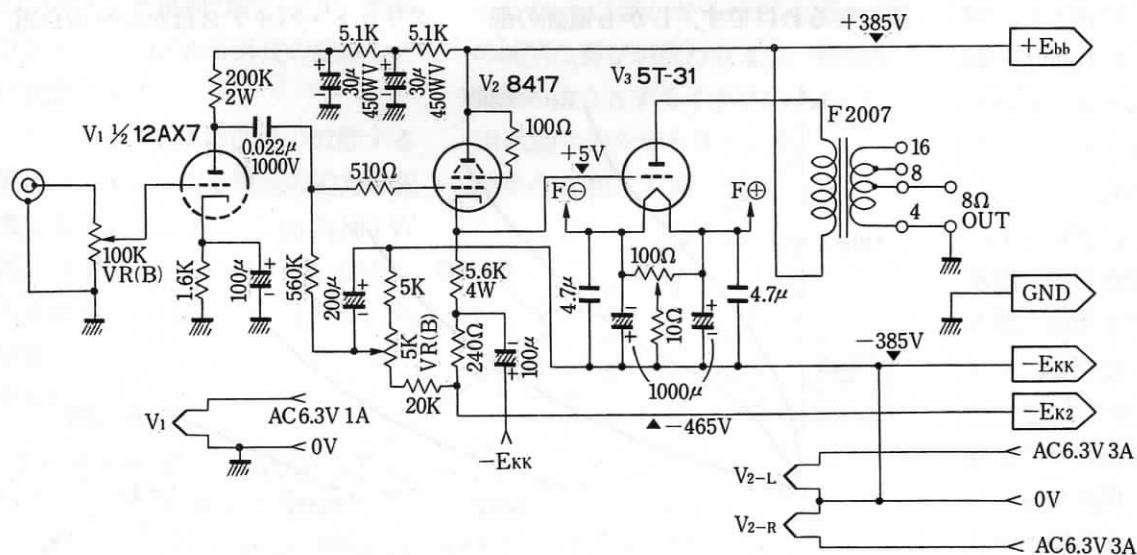
(4)　ひずみは少々大きいが，無帰還でまずまずの特性

配線作業中にひっくり返した 5 T 31 のフィラメントを点灯しておくと，時折光輝を眺めて親しみを深めるとともに，エージングを進めることができます．100 W の熱も伝わって来て，愛着がいや増します．製作途中で各段のおおざっぱな点検・調整をすませておくと，最後の仕上げ調整が楽です．

電源 SW はフィラメント用 A 電源，B 電源ボックスの順で投入します．ドライバが傍熱管ながら，比較的速やかに出力管の I_{bo} が安定するので，これが適正値（設計は 70 mA）になるよう，バイアス調整ボリュームを回します．電流検出抵抗を正または負の高圧ラインに配置せざるをえないので，冒頭に記したテスターの使いかたに留意します．

残留出力ノイズは 5 T 31 単独では 0.6 mV_{rms}，3 C 22 とのステレオ動作下で 1.0 mV_{rms} でした．B 電源電流の増加によってハムが増えるのは，これが B 電流リプルに由来するもので，フィラメント・ノイズが十分少ないことを物語っています．2 ウェイ・スピーカからハムはまったく聴こえません．

さて適正バイアス電流値なのですが，設計時の想定値 70 mA ではずいぶんひずみが大きいことがわかりました．第 6 図破線のとおり，0.5 W の小出力時でひずみ率が 4%に達しています．ひずみ率黙殺派の人が見てさえ，「いくら何でも」という声が挙がるでしょう（いや信念はもっと強固？）．

当初はグリッド電流の負担が招くドライブ出力の屈曲かと思い，8417

〈第 5 図〉
5 T 31 シングル・アンプの回路図．3 C 22 出力も回路はほぼ同じだが，第 8 図のヒータ用別電源が必要

身につけたいと思ったのは10年前ですが，とんと進歩していないのは痛恨です．

5T31アンプは基調を高音寄りとする清澄な音質で，輝きあふれる音は球の容貌そのままです．ただ記憶にあるトリタン球の音より切迫感とおもしろさがあります．ピアノははずみ，乗りがいっぱいです．ヴァイオリンはさわりで情を解き放つようなところがあり，愛と親近感を覚えます．

3C22はいっそう清純な音です．バランスも自然，めりはりも自然です．外観から持つ印象と正反対なので，試聴の折に左右を逆に錯覚したほどです．ただし透明感は優り過ぎの感があり，5T31よりよそよそしくおもしろ味や愛嬌に欠けます．

それでもこういう音質を好まれる人もいるでしょうし，電極構造の単純さと関連しているのだとすれば，高く評価すべき音の特徴ともいえましょう．だがいかんせん，私の部屋ではまだ音の表に出ていないのでしょうが，3Wを超えてからの出力波の視覚的容姿が悪すぎます．

4．グリッド電流の出力合成を試す

この粗い画素のどこにこんなものがつまっているのか，と思う写真がありました．イスラエル兵に射殺された少年の遺体を前にしたパレスチナの幼い児童の，宙に向けられたまなざし．そこにものすごい大きな空間が広がっています．

〈第9図〉3C22出力段で採用したグリッド電流合成法

巨大な疑問の穴のような瞳孔の奥にあるものと同じものを，キャパの写真で，フランコ・ファシスト軍との戦闘に出兵すスペイン市民の眼に見たことがあります．

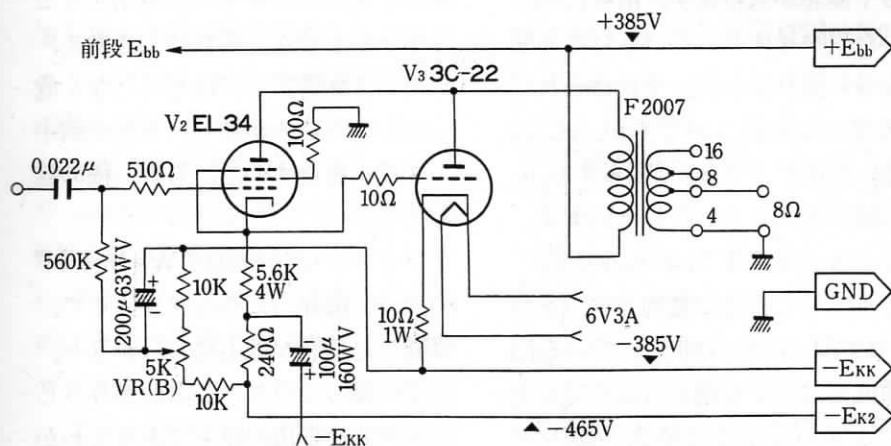
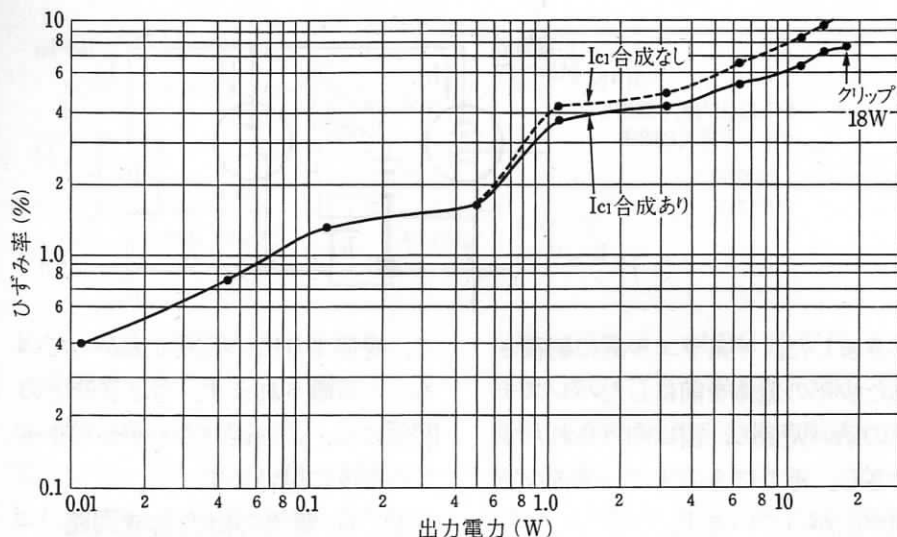
責任の重さ，崇高な使命への神聖さの輝き，あどけない幼児には重すぎるものを，純真さという眼の中の海が吸い込んでゆきます．どんな民族のどんな神もこのまなざしを愛するだろうと思います．1枚の写真を介してでも，眼から一生ぶんほども深くて綾のある心情が伝わるのです．親や子供や兄妹を失うことは，心の胃や肝をえぐり取られるようなものでしょう．その物質的・肉体的な感覚には実体的な根拠があるように思います．この感覚を想い起せば，人間の（人間に限らず）心は，身体外の物体を経由する感性的信号を通じて，身体より広い範囲に広がっている，と直観されます．音と音楽との関係にも，この辺のことがからまってるように思います．

(1) G_1電流の出力合成回路

10年前に発想して本誌にも811アンプや46アンプなどで紹介した，正ドライブ管へのひずみ低減手法である，第1グリッド電流の出力加算方式を試してみました．

基本構図は**第9図**のとおりで，カソード・ホロワ・ドライバ管を5結に変え，インピーダンスを高めたそのプレートを出力管プレートに連結するのです．こうすると，カソードから出力管へ注がれるグリッド電流はインピーダンス変換されてプレートへ現われ，3C22の出力電流に合成されます．結果として，スピーカ負荷には正味の出力管のカソード電流が供給されることになります．

ドライバ管のスクリーン・グリッドは交流的にグラウンド電位に置きます．対カソード電位は一定せず，純正の5結とはいえません．しかしプレートの電流制御能力を遮断する呼び名どおりの“スクリーン格子”としては動くので，やはり5結に分類すべきでしょう．

プレートには出力管と同じく800Vの対カソード電圧が掛かります．8417では耐圧不足です．オーディオ用パワー管の中では，高名が過ぎて極めて入手困難なEL156を除けばEL34(そのビーム版KT77)だけがそのような高圧に耐えられます．ただしg_mが8417の1/2しかなく，変

〈第10図〉3C22シングル・アンプのI_{c1}合成式出力回路

〈第11図〉3C22シングル・アンプの出力対ひずみ率特性

動の大きな負荷へのドライブ能力に不安があります．それでも選択の余地がありません．

(2) 曲がりなりに最大出力18Wを謳えるアンプになった

とまれ実行してみましょう．**第10図**がドライバと出力段の回路です．プレートどうしを直結すると寄生発振を起すので，EL34のプレートに1kΩ抵抗を入れています．発振対策としては過大ですが，電圧に余裕があるので構いません．余裕がなければ，コイルに替えるべきです．

3C22のI_{bo}が70mAのままでは，ドライバのI_{bo}と加算されて86mAが出力トランスを流れることになります．出力トランスF2007の許容値100mAにぎりぎりなので，65mAに控えました．

半サイクルの頭の屈曲が緩和され，なんとかこのノン・クリップ・レベルを定格出力と謳っても，ひどく気がとがめないくらいになりました．それでも**第11図**のひずみ率特性のとおり，数値的な改善度合は大したものではありません．目で見ても，完全に屈曲がなくなったわけではありません．

まだ残る屈曲は，改造前のように出力管内の現象（I_bからのI_{c1}の削減）ではなく，ドライブ電圧そのものの屈曲，つまりドライバ管のへたりであると知れました．案の定，EL34ではg_m不足だということです．

しかし交換球はありません．E_b 800V，E_{c2} 400Vなどという過剰性能を持つ“馬鹿な”受信管は他にありません．これで完成とします．EL34が何と強力なタマか，いまさらながらに感心します．ギター・アンプで赤熱するまで使うという話も，納得できます．

(3) お祭らしい音の魔または神秘

音質がガラッと変りました．厚みと活力のある音です．ジャズに恰好で，とりわけドラムスにピッタリです．女性ボーカルの歯切れがよすぎる感がありますが．

クラシックのピアノは中低音が太く響き豊かですが，高音はちょっと甘さや愛想が欠けます．清純に鳴っていたヴァイオリンがはきはきと明快な音に変りました．それはそれで悪くないとも思うのですが．3C22で聴いた後で5T31で鳴らすと，心情の綾にうっとりしてしまいます．クラシックは5T31のものです．

それにしても音は魔物です．ドライバのEL34から補充している出力電流は，5Wを超えてからでも全体の1/4から1/3ほどで，試聴レベルでは1/5にも満たないと推測されます．こうまで音質（の心象）が変るのは不思議です．ドライバ管の特性なのかグリッド電流の性質なのか，もう少し調べないと何ともいえません．

もう分析は疲れました．3C22の方をデンマーク製のスピーカへ，5T31を先月の自作の低音の足りないつづみ型（左右伸縮式）2ウェイへつないで，ステレオで鳴らしました．1チャネル分さえ低音の豊かなスピーカがあれば，曲にぜんぜん不満を感じないことを経験ずみです．

自作の太鼓型システムと5T31との組み合わせが絶好である，と知れました．このスピーカは製作記のとおり，2ウェイに変えて音を滑らかにしたものの，大音量ではまだヴァイオリンの音がきついかなと思っていたものです．ところが5T31で鳴らすと，きつさが少しも減じないのに，清澄感を帯びた上に情緒あふれて，大音量でもうっとりします．3C22の明朗な活気と合わせて，“切迫感たっぷりの艶っぽい音”，つまり“胸にくる音”が得られました．ちょっとべたほめの嫌いがあるので，大合奏部では解像が甘いという不満も記しておきます．

比較のため，昨夏に作った4P55（直熱5極送信管）アンプを鳴らしてみました．こちらは優雅な音です．安心できる美しさで，はみ出すところがありません．それに引き換え，今月の3極管アンプはどことなく危っかしいところがあり，それが胸中のスリルをなすので，もう一種の魅力です．

マックス・ローチの“We Insist!”の怨念の爆発のようなフレーズで，爆発した怨念が地上にしっかりと，活気に満ちて立ち，この曲がりりしい現実的な抵抗の意志であるとわかりました．